

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

RODINNÝ DŮM - VYTÁPĚNÍ

The Family House – The Heating

Studentka:
Vedoucí bakalářské práce:

Veronika Šípková
Ing. Otakar GALAS

Ostrava 2011

PROHLÁŠENÍ STUDENTA

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studentky

PROHLAŠUJI, ŽE:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домии, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домии, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby

V Ostravě

.....

.....

podpis studentky

ANOTACE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Bakalářská práce se zabývá návrhem rodinného domu a řešením jeho vytápění. Zadáním bylo vytvoření projektu rodinného domu, splňujícího požadavky příslušných norem a zároveň dnešní trendy v rodinném a energeticky úsporném bydlení. Jedná se o novostavbu jednopodlažního rodinného domu o relativně velké rozloze, který se nachází v obci Žlutava, okres Zlín.

První část práce se zabývá konstrukčním řešením stavby a druhá jejím vytápěním. Obě tyto části jsou zpracovány v rozsahu nutném pro realizaci stavby.

THE ANNOTATION TO THE BACHELOR THESIS

The bachelor thesis deals with a project of a family house and solution of the heating. Subject of this thesis was designing of family house, which meets the requirements of appropriate norms and trend nowadays in family and energy saving living. It is a new building with single – level floor but its relativem large size of this floor, witch is situated in town Žlutava is part of region Zlín.

The first unit it's about documentation of construction of the single family house and the second unit is rating about of documentation of heating this house. A both of these parts are compils of range, whitch is neceséry for implementation builing.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce, Ing. Otakaru Galasovi za podporu, vstřícnost, odbornou pomoc a trpělivost, kterou mi věnoval v průběhu tvorby mé bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat paní Ing. Ireně Svatošové, Ph.D. za odborné rady v oblasti tepelné techniky. Dále děkuji panu Ing. Michalu Hamalovi za poskytnutí konzultací a odborné pomoci při zpracovávání projektové dokumentace stavebně - technické části.

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mě podporovali, pomáhali.

OBSAH

0. SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ	7
1. ÚVOD	10
2. STAVEBNĚ – ARCHITEKTONICKÁ	11
2.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA	11
2.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	14
2.2.1 URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	14
2.2.2 MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA	18
2.2.3 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST	18
2.2.4 HYGIENA, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	18
2.2.5 BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ	19
2.2.6 OCHRANA PROTI HLUKU	19
2.2.7 ÚSPORA ENERGIE A OCHRANA TEPLA	19
2.2.8 BEZBARIÉROVÉ ŘEŠENÍ STAVBY	19
2.2.9 OCHRANA STAVBY PŘED ŠKODLIVÝMI VNĚJŠÍMI VLIVY	19
2.2.10 OCHRANA OBYVATELSTVA	19
2.2.11 INŽENÝRSKÉ STAVBY (OBJEKTY)	20
2.2.12 VÝROBNÍ A NEVÝROBNÍ TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ STAVEB	20
3. DŮM CHRÁNĚNÝ ZEMÍ	21
3.1 HYGIENA STAVBY	22
3.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	24
4. ZELENÁ, VEGETAČNÍ STŘECHA	29
4.1 EKOLOGIE ZELENÉ VEGETAČNÍ STŘECHY	30
4.2 ZELENÁ VEGETAČNÍ STŘECHA ŘEŠENA BAKALÁŘSKOU PRACÍ	31
5. SYSTÉM VYTÁPĚNÍ	33
5.1 TEORIE TEPELNÝCH ČERPADEL	33
5.1.1 TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ/VODA:	34
5.1.2 VOLBA VHODNÉHO TYPU ČERPADLA	35

5.2 PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ.....	36
6. ČÁST TZB- VYTÁPĚNÍ.....	38
6.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA – VYTÁPĚNÍ	38
6.1.1 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU.....	38
6.1.2 VYTÁPĚNÍ OBJEKTU.....	39
6.1.3 POTRUBÍ A ARMATURY	40
7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	41
8. ZÁVĚR.....	43
POUŽITÁ LITERATURA.....	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	44
SEZNAM TABULEK A GRAFŮ	44
SEZNAM PŘÍLOH	45

0. SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

A	Půdorysná plocha podlahy objektu	m^2
A_f	Vytápěná plocha	m^2
C	Návrhová hodnota měrné tepelné kapacity	J/kgK
COP	Topný faktor	-
D	Tloušťka konstrukce	m
d	Vnitřní průměr potrubí	mm
ΔU	Korekční činitel vyjadřující vliv tepelných vazeb	$\text{W/m}^2\text{K}$
DN	Jmenovitý vnitřní průměr potrubí	mm
$D_{p,dif}$	Zůstatkový dispoziční tlak	Pa
DP_s	Tlaková zdráta škrcením ventilů	Pa
D_t	Teplotní spád	K
E	Hnací energie	kW
El	Vypočtená přibližná měrná potřeba tepla	kWh/m^3
f_{gl}	Činitel ročního kolísání venkovní teploty	-
$F_{i,HL}$	Ztráta celková	W
$F_{i,T}$	Ztráta prostupem	W
$F_{i,V}$	Ztráta větráním	W
g	Tíhové zrychlení = 10	m/s^2
h	Výška vodního sloupce nad EN	m
l	Délka potrubí	m
L	Rozestup potrubí	mm
$l_{\text{celk.}}$	Celková délka potrubí	m
$l_{\text{potr.}}$	Délka prodlouženého potrubí	m
$l_{\text{příp.}}$	Déka přípojky od rozdělovače po topný okruh	m
M	Plošná sálavost povrchu	kg/h
M_a	Počáteční zabudovaná vlhkost	kg/m^2
M_c	Roční množství kondenzátu	kg/m^2
$M_{c,a}$	Roční množství zkondenzované vodní páry	kg/m^2
$M_{ev,a}$	Roční množství odpařitelné vodní páry	kg/m^2
M_h	Hmotnostní průtok	kg/h
M_i	Návrhová hodnota faktoru difuzního odporu	-
n	Součinitel zvětšení objemu	-
N_y	Teplotní útlum konstrukce	K
p	Hydrostatický tlak	Pa
P	Exponovaný obvod objektu	m
$p_{,sat}$	Hydrostatický saturovaný tlak	Pa

p_B	Barometrický tlak = 100	kPa
$p_{d,A}$	Hydrostatický absolutní tlak	kPa
$p_{h,dov,A}$	Nejvyšší dovolený absolutní tlak	kPa
P_{si}	Fázový posun teplotního kmitu	h
Q	Tepelný výkon	kW
q	Měrný tepelný tok směrem nahoru	W/m ²
Q	Celkový výkon topné zóny	W
Q_c	Celkový výkon podlahového vytápění	W
Q_h	Výsledná potřeba tepla na vytápění	kWh/a
Q_i	Přibližný tepelný zisk z vnitřních zdrojů	kWh/a
Q_s	Přibližný tepelný zisk ze slunečního záření	kWh/a
Q_t	Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem	kWh/a
q_u	Měrný tepelný tok směrem dolů	W/m ²
Q_v	Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát	kWh/a
r	Tloušťka stěny potrubí	m
R	Tepelný odpor vrstvy konstrukce	Pa/m
R_{he}	Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	%
R_{hi}	Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	%
R_o	Návrhová hodnota objemové hmotnosti	kg/m ³
R_{se}	Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru	m ² KW
R_{si}	Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru	m ² KW
$R_{si,p}$	Teplotní faktor v návrhových podmínkách	-
S	Plocha topné zóny	m ²
S	Plocha okruhu	m ²
S_c	Celková plocha okruhů	m ²
T_{ai}	Návrhová teplota vnitřního vzduchu	°C
T_e	Návrhová venkovní teplota	°C
$T_{i,m}$	Průměrná vnitřní teplota v objektu	°C
t_m	Střední teplota otopné vody	°C
t_p	Povrchová teplota podlahy	°C
$T_{si,p}$	Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách	°C
t_u	Teplota pod podlahou	°C
U	Součinitel prostupu tepla konstrukcí	W/m ² K
U_{em}	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky	W/m ² K
U_{eq}	Součinitel prostupu tepla konstrukcí	W/m ² K
U_{kc}	Součinitel zabudované kce	W/m ² K
U_N	Normový součinitel prostupu tepla konstrukcí	W/m ² K
V	Obestavěný prostor vytápěných částí budovy	m ³

v	Rychlost proudění	m/s
V_{et}	Objem expanzní tlakové nádoby	l
V_o	Objem vody v celé otopné soustavě	l
w	Rychlost proudění	m/s
Z	Difuzní odpor konstrukce	Pa
z	Tlaková ztráta vřazených odporů	Pa
Z_{pT}	Difuzní odpor konstrukce	m/s
η	Stupeň využití EN	-
ρ	Hustota vody = 1000	kg/m ³

1.ÚVOD

Pozemek je specifické zboží a to především v tom, že je ho jen omezené množství. Dnešní trend směřuje k individuálnímu bydlení, a nejjednodušší je jeho realizace na rovinatém pozemku. Bohužel těchto pozemků je nedostatek. Investoři a především projektanti se musí poprat s více či méně svažitém terénem. Ve své bakalářské práci chci ukázat, že se i velmi svažité pozemky dají využít ke stavbě krásného, a s využitím terénu i ekologického bydlení. Zvolila jsem tedy dům chráněný zemí. Podstatou domu chráněného zemí je zakomponování objektu do svahu tak, že zadní i boční stěny se střechou jsou překryty terénem. Tento způsob stavění není žádná novinka, jen v našich zeměpisných šířkách se zatím mnoho těchto staveb nevyskytuje. Pevně věřím, že jejich čas teprve přijde.

Ve své bakalářské práci se chci zabývat reálnou stavbou na reálném pozemku v reálném čase. Při hledání vhodné parcely jsem se zaměřila především na okolí svého bydliště, které dobře znám. Ideální pozemek jsem objevila v katastru obce Žlutava. Jeho číslo je 346/1.

Práce se tedy zabývá jednopodlažním, nepodsklepeným rodinným domem ve svažitém terénu. Vzhledem k tomu, že boční, zadní stěna a střecha jsou překryty vytěženou zeminou, dá se tento stavební objekt považovat za dům chráněný zemí. Nachází se na jihovýchodním svahu obce Žlutava u Zlína. Největší výhoda, kouzlo tohoto pozemku, vyjma rozlohy a orientace ke světovým stranám, je nádherný výhled na sousední obec Otrokovice.

V další části své bakalářské práce se zaměřím na tepelné ztráty a vytápění tohoto rodinného domu. Jako zdroj tepla jsem zde zvolila tepelné čerpadlo země voda se zemním kolektorem od firmy NIBE ENERGY SYSTEMS CZ. Vzhledem k nízké teplotě otopné vody, jeho praktickým vlastnostem a elegantnímu skrytí jsem u tohoto projektu zvolila podlahové vytápění.

2. STAVEBNĚ – ARCHITEKTONICKÁ

2.1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A) Identifikační údaje

Název akce: Rodinný dům

Místo stavby: Žlutava

Parcela číslo: 346/1

Mapový list: STEP2880,V.S.XI-19-08

Stupeň PD: Projektová dokumentace k provedení stavby

Kraj: Zlínský

Stavební úřad: Otrokovice

Investor: Adam Novák, Spojenců 815, Olomouc

Spojenců 815, Otrokovice 76502

Dodavatel stavby: neurčen

Projektant: Veronika Šípková

B) Údaje o dosavadním využití

Stavební parcela č. 346/1 o celkové výměře 34427 m² v katastrálním území Žlutava se nachází v klidné okrajové části obce v blízkosti lesa. Vjezd na pozemek je nutné vybudovat, nejlépe z přilehlé lesní silnice (asfaltová komunikace šíře 6 m). Podél komunikace jsou nataženy inženýrské sítě (vodovod, kanalizace, síť nízkého napětí). Parcela je velmi svažité (průměrně 14°) směrem na jihovýchod a není k ní vázáno žádné věcné břemeno. Pozemek sousedí se dvěma zastavěnými parcelami na severozápadě, lesem na severu a zemědělskými plochami. Je zatravněn. Po dobu výstavby bude pozemek oplocen provizorním oplocením do výšky 1500 mm.

C) Údaje o provedených průzkumech a napojeních na dopravní a technickou infrastrukturu

Mapové podklady

- Katastrální mapa v měřítku 1:2000
- Výškopisné a polohopisné zaměření v měřítku 1:500

- Radonový průzkum
- Zjednodušená geologická mapa 1:50 000

Ostatní podklady

- Požadavky investora, vlastní průzkum a fotodokumentace staveniště
- Stavební zákon č. 183/2006 Sb. (O územním plánování a stavebnímu řádu ve smyslu pozdějších předpisů)
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. (O obecných požadavcích na výstavbu)

Na území nebylo zjištěno riziko pronikání radonu. V rámci geologického průzkumu nebyla zjištěna hladina podzemní vody. Základová půda je tvořena štěrkovitými hlínami pevné konzistence. Napojení staveniště na elektroměrnou síť je stanoveno z podle vyjádření EON. Vodovod je napojen z uličního řádu do vodoměrné šachty. Kanalizační přípojka je napojena na jednotnou stoku. Pozemek není napojen na plynovod.

D) Informace o splnění požadavků dotčených orgánů

Projektová dokumentace je zpracována v souladu s platnými zákony České Republiky a dle informací dotčených orgánů. Všechny známé požadavky jsou zpracovány v projektu pro realizaci stavby, v případě připomínek budou doplněny na základě písemné nebo telefonické žádosti.

E) Informace o splnění obecných požadavků na výstavbu

V předložené projektové dokumentaci jsou dodrženy obecné požadavky na výstavbu dle vyhlášky č. 137/1998 Sb. O dodržení obecných technických požadavcích na výstavbu ve znění vyhlášky č. 499/2006 Sb.

F) Údaje o splnění podmínek regulačního plánu

Navrhované řešení stavby je v souladu s regulativy na dané území dle Územního plánu.

G) Věcné a časové vazby stavby na související a podmiňující stavby a jiná opatření

V dotčeném území, v okolí stavby není uvažována další výstavba. Stavba nevyvolá související investice

H) Předpokládaná lhůta výstavby včetně popisu postupu výstavby

Dokončení projektu stavby květen 2011

Zahájení stavby srpen 2011

Ukončení stavby listopad 2012

Postup výstavby:

- 1) Odstranění případných křovin, výkopové práce
- 2) zavedení přípojek inženýrských sítí
- 3) vybetonování žb konstrukce, prostupů sítí, hydroizolace stavby
- 4) pokládka XPS, drenážní systém, zahrnutí střechy
- 5) dokončení střechy, zahrnutí zadní části stavby
- 6) klempířské práce, výplně otvorů
- 7) vnitřní příčky
- 8) rozvody elektroinstalace, vody, kanalizace, topení
- 9) omítky, podlahy
- 11) dokončovací práce
- 10) dokončení terénní úpravy

I) Orientační statistické údaje

Plocha parcely: 3 4427 m²

Obestavěný prostor: 880,00 m³

Podlahová plocha celkem: 108,00 m²

Plocha zpevněných ploch: Příjezdová komunikace: 205 m²

Terasa: 82 m²

Sklon střechy: 5°

Počet bytů v rodinném domě: 1

Cena stavby činí 5 200 000 Kč včetně DPH. Propočet finančních nákladů je orientační a slouží jako základní informace pro investora. Přesný položkový rozpočet není součástí práce.

Částka byla vypočítána: Cena za pozemek, obestavěný prostor, přípojky, zpevněné plochy, tepelné čerpadlo, projektové a průzkumné práce, náklady na umístění staveniště

2.2 SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.2.1 URBANISTICKÉ, ARCHITEKTONICKÉ A STAVEBNÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

A) Zhodnocení staveniště

Stavební parcela č. 346/1 o celkové výměře 34427 m² v katastrálním území Žlutava se nachází v klidné okrajové části obce, v blízkosti lesa. Pozemek byl dříve využíván jako zemědělská plocha bez jakýchkoli věcných břemen. Je zatravněn a nenacházejí se na něm žádné vzrostlé keře. Vjezd na pozemek je nutné vybudovat, nejlépe z přilehlé lesní silnice (asfaltová komunikace šíře 6 m). Podél komunikace jsou nataženy inženýrské sítě (vodovod, kanalizace, síť nízkého napětí). Parcela je velmi svažité směrem na jihovýchod. Pozemek sousedí se dvěma zastavěnými parcelami, 338/5 a 338/6, na severozápadě, lesem na severu a zemědělskými plochami.

V rámci hydrogeologického průzkumu (firma UNIGEO a.s.) nebylo na území zjištěno riziko pronikání radonu. Hladina podzemní vody je trvale pod základovou spárou. Základová půda je tvořena šterkovitými hlínami viz příloha V pevné konzistence. Napojení staveniště na elektroměrnou síť je stanoveno z podle vyjádření EON. Vodovod je napojen z uličního řadu do vodoměrné šachty podle zprávy vodohospodářského úřadu. Kanalizační přípojka je napojena na jednotnou stoku. Pozemek není napojen na plynovod.

B) Urbanistické a architektonické řešení stavby

Pozemek se nachází v klidné části obce v blízkosti lesa. Jeden z jeho největších kladů je okouzlující výhled na sousední obec Otrokovice. Rodinný dům je na parcele situován tak, aby co nejlépe využil jižního slunce a zároveň kopíroval vrstevnice svažitého pozemku. Vjezd je z lesní silnice (asfaltová komunikace šíře 6 m). Jelikož se rodinný dům se snaží co nejméně zasahovat do života okolní fauny, není pozemek nijak oplocen. U domu je parkovací stání pro dva osobní automobily. Na první pohled je patrné, že jde o dům chráněný zemí, jehož základní myšlenou je splynout s okolím. Jedná se o jednopodlažní, nepodsklepený objekt se zelenou střechou, koncipován pro 4-6-ti člennou rodinu.

V čelní části domu se nachází obytné místnosti. Je zde nutné dostatečné osvětlení a oslunění. O totéž mi šlo i v zadní části koupelny a šatny, které jsou osvětleny světlíky. Obytné místnosti jsou z jihovýchodní strany maximálně proskleny. Dům je rozdělen na denní a noční zónu. Tyto dva proozy se během dne kříží jen minimálně. V denní zóně se nachází obývací pokoj s kuchyní a jídelnou, které od sebe nejsou odděleny žádnou stavební konstrukcí. Na tuto zónu navazuje

vstupní hala se vstupem do šatny, která bude zároveň sloužit jako technická místnost, a vstupem na samostatné WC. Noční zóna obsahuje tři ložnice, v přední části, oddělené chodbou od tří koupelen a jedné šatny sloužící výhradně pro nejsevernější ložnici. K této ložnici patří také jedna koupelna propojená dveřmi s koupelnou prostřední, která je určena výhradně k relaxaci. Zde se nachází sauna, sprchový kout a pohodlný nábytek důležitý k odpočinku a relaxaci po saunování. Poslední koupelna, nejbližší denní zóny je z chodby přístupná pro všechny obyvatele domu. Jak už bylo řečeno, osvětlení koupelen zajišťují velké světlíky umístěné nad vanami a odpočinkovým nábytkem. Nedílnou součástí domu je terasa umístěna kolem celého domu. Ze všech obytných místností je možné se na tuto terasu dostat přímo, a to díky francouzským oknům, která v „dětských“ ložnicích bude možné uzamknout. Terasa přímo navazuje na příjezdovou komunikaci a schodiště vedoucí na pochozí zelenou střechu. Toto schodiště je důležité především kvůli údržbě této střechy, ať už se jedná o občasné zalévání, nebo případné sečení vysazených travin.

Rodinný dům je, díky svému zabudování do svahu, z horní části pozemku takřka neviditelný. Nad úroveň terénu ční pouze atika a světlíky. Tenhle pohled ještě umocňuje výhled na sousední obec Otrokovice a při dobré viditelnosti je možné dohlédnout až na známý Baťův Zlín.

C) Technické řešení

Zemní práce:

Z celé plochy staveniště bude sejmuta ornice. Výkop pro celou stavbu bude proveden do hloubky $\pm 0,000 = 298$ m n. m., dále pak v dostatečné hloubce a šířce nutné k uskutečnění základové konstrukce. Do výkopu bude před provedením základů položen zemnicí pásek hromosvodu. Po dokončení celé nosné konstrukce včetně střechy se vytěžená zemina použije na zpětné zasypání a na terénní úpravy v okolí objektu. Zpětné zasypání bude prováděno postupně. Každých 500 mm je potřeba dokonale ztuhnout.

Základové konstrukce:

Návrh základových pasů vychází z inženýrsko – geologického průzkumu. Objekt bude založen na základových pasech z železobetonu betonu C20/25, ocel 10 216 E do nezámrzné hloubky dle projektové dokumentace. Společně s výztuží základu se připraví i výztuž pro nosné a opěrné zdi, dle statického výpočtu. Základ pod vnitřní nosné sloupy je tloušťky 500 mm, pro obvodové zdivo zahrnuté tl. 600 a pro obvodové zdivo sloužící zároveň jako opěrná zeď svahu tl 2200 mm. Základové konstrukce se odizolují jak hydroizolací, tak extrudovaným polystyrenem tl.60mm, dle projektové dokumentace. Společně se základy se budou postupně vylévat i obvodové konstrukce. Podkladní beton C16/20 tl. 150 mm je vyztužen kari sítí. Na tento beton se položí souvrství hydroizolace. Během betonování je nutno zajistit prostupy pro zdravotnické instalace. Veškeré železobetonové konstrukce je nutné staticky posoudit.

Svislé konstrukce:

Návrh svislých nosných konstrukcí vychází z inženýrsko–geologického průzkumu. Konstrukce budou vyhotoveny z železobetonu betonu C20/25, ocel 10 216 E. Svislá výztuž bude již připravená ze stavby základů. Konstrukce bude vylita do připraveného odnímatelného bednění. Ocelová armatura se připraví i na následné betonování střešní konstrukce. Železobetonové zdi, které jsou v kontaktu s terénem, jsou navrženy v obrácené skladbě (podobně jako střecha), tzn. hydroizolace, extrudovaný polystyren tl. 150 mm, poté tahokov a šterkový zásep s drenážními trubkami. Konstrukce ve styku se vzduchem jsou opatřeny 250 mm expandovaného polystyrenu a omítnuté kontaktní vápenocementovou omítkou. Nosnou část uvnitř stavby zajišťují prefabrikované předepjaté průvlaky 200 x 300 mm, uložené na prefabrikovaných sloupech 300 x 300 mm. Obojí vyrobí PREFABETON s.r.o. na míru stavby. Vnitřní nenosné stěny jsou vyzděné ze systémových prvků YTONG tl. 100, 120 a 200 mm. Veškeré železobetonové konstrukce je nutné staticky posoudit.

Střešní konstrukce:

Nosná střešní konstrukce bude z železobetonu betonu C20/25, ocel 10 216 E. tl. 200 mm ve sklonu 5°. Střecha bude vyhotovena jako jednoplášťová s obrácenou skladbou. Je tvořena PE folií, izolací alkorflex, extrudovaným polystyrenem tl. 200 mm, nopovou folií, neměkčeným pvc, filtrační vrstvou, substrátem o minimální tloušťce 100 mm a maximální 180 mm a vegetační vrstvou. Vegetační vrstva bude tvořena z 30% travinami a z 70% trvalkami, bude tvořit méně husté avšak druhově bohaté polštáře. Jedná se o směs: 2% Řebříček obecný (*Achillea millefolium*), 4% Pažitka pobřežní (*Allium schoenoprasum*), 6% Rmen barvířský (*Anthemis tinctoria*), 2% Tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), 7% Třeslice prostřední (*Briza media*), 2% Zvonek okrouhlosistý (*Campanula rotundifolia*), 6% Hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), 6% Hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), 10% Kostřava červená (*Festuca rubra*), 4% Pitulník horský (*Germanium robertianum*), 3% Jestřávník chlepeček (*Hieracium pilosella*), 4% kopretina (*Leucanthemum vulgare*), 4% Hvozdíček lomikamenovitý (*Petrorhagia saxifraga*), 4% Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), 2% Lipnice smáčkнутá (*Poa compressa*), 2% Mochna stříbrná (*Potentilla argentea*), 5% Černohlávek velkokvětý (*Prunella grandiflora*), 6% Plyskyřník hlíznatý (*Ranunculus bulbosus*), 5% Krvavec menší (*Sanguisorba minor*), 10% Pěchava vápnomilná (*Sesleria albicans*), 3% Mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), 3% Mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*). Po vysazení je nutné zeminu dokonale prolít vodou. Kolem atiky a světlíků je nutné udělat 500 mm široký drenážní pás z hrubého kačírku, který bude od okolní zeminy oddělen filtrační geotextilií.

Konstrukce spojující různé úrovně:

Venkovní schodiště bude železobetonové beton C20/25, ocel 10 216 E se zábradlím na levé straně (u domu) ve výšce 900 mm. Schodiště bude ponecháno bez povrchové úpravy.

Venkovní plochy:

Terasa je provedena ze zámkové dlažby Pressbeton typ Riga tl. 80 mm osazená do štěrkového podsypu. Příjezdová komunikace bude provedena obdobně.

D) Napojení stavby na technické a dopravní infrastruktury

Dešťová a splašková kanalizace je společně napojena do obecní kanalizační stoky. Revizní šachta je 4500 mm od hranice pozemku. Napojení na veřejný vodovod je řešeno pomocí navrtávacího pasu. Elektrické vedení je vedeno v plastové chráničce DN100 v pískovém loži. Elektrická přípojka musí umožnit zapojení tepelného čerpadla. Plynovod není kolem pozemku veden.

E) Řešení technické a dopravní infrastruktury

Napojení na veřejnou komunikaci je nutné vybudovat, nejlépe z přilehlé lesní silnice (asfaltová komunikace šíře 6 m). Pěší vstup na pozemek je společný s příjezdovou komunikací.

F) Vliv stavby na životní prostředí

Užívání stavby a její úpravy nebudou mít negativní vliv na životní prostředí. Dům během svého provozu nebude produkovat nebezpečný odpad.

Rodinný dům bude vytápěn tepelným čerpadlem se zemním kolektorem o výkonu 6kW. Dešťové i splaškové vody budou společně napojeny do obecní kanalizační sítě. Dům je chráněn zemí, čímž dokonale splývá s okolní krajinou.

Stavební suť, stavební materiály apod. budou roztřízeny přímo na staveništi a následně odvezeny na nejbližší řízenou skládku podle příslušných předpisů.

G) Bezbariérové řešení

V rámci projektu nebylo řešeno

H) Průzkumy a měření

Byl proveden standardní průzkum projektantem před projektovými pracemi.

I) Geodetické podklady

Katastrální mapa v měřítku 1:2000, výškopisné a polohopisné zaměření v měřítku 1:500, Inženýrsko – geologický a radonový průzkum

J) Členění stavby

Stavba je členěna na následující objekty:

SO01 Rodinný dům

SO02 Zpevněné plochy

SO03 Vodovodní přípojka

SO04 Kanalizační přípojka

SO05 Přípojka NN

K) Vliv stavby na okolí

Stavba nebude mít žádný negativní vliv na okolí

L) Ochrana zdraví a bezpečnosti pracovníků

Při realizaci musí být dodržován projekt, ČSN, vyhláška o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci (č. 309/2006 Sb.) vč. všech souvisejících předpisů a technologické postupy dané výrobcem jednotlivých výrobků a materiálů. V průběhu stavby budou provádět speciální pracovní úkony, vyžadující zvláštní proškolení, pouze osoby způsobilé tuto činnost vykonávat.

2.2.2 MECHANICKÁ ODOLNOST A STABILITA

Není v rámci projektu řešeno. Stavba bude posouzena zkušeným statikem. Veškeré změny v konstrukčním řešení musí být provedeny před zahájením stavby.

2.2.3 POŽÁRNÍ BEZPEČNOST

V rámci projektu není řešeno. Stavby bude posouzena zkušeným požárním technikem. Veškeré změny v konstrukčním řešení musí být provedeny před zahájením stavby

2.2.4 HYGIENA, OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Stavba je navržena tak, aby neohrožovala život, zdraví, zdravé životní podmínky jejich uživatelů ani uživatelů okolních staveb a aby neohrožovala životní prostředí dle §22 vyhlášky č. 268/2009 Sb., o obecně technických požadavcích na výstavbu a to během výstavby, nebo po celou dobu její životnosti. Stavba nebude uvolňovat žádné látky nebezpečné pro zdraví a životy osob a zvířat. Stavba bude realizována z materiálů, které jsou

netoxické. Vozidla vjíždějící na stavbu a vyjíždějící ze stavby musí dbát bezpečnosti silničního provozu a nesmí znečišťovat vozovku. V případě znečištění vozovky musí být toto okamžitě odstraněno.

2.2.5 BEZPEČNOST PŘI UŽÍVÁNÍ

Při dodržení projektu a technologického postupu při výstavbě, bude užívání stavby bezpečné.

2.2.6 OCHRANA PROTI HLUKU

Stavba nevyvolává žádný hluk, tudíž není nutné stavbu speciálně odhlučňovat. Pozemek se nachází v klidné části obce v blízkosti lesa odkud žádný potenciální hluk nehrozí.

2.2.7 ÚSPORA ENERGIE A OCHRANA TEPLA

Tepelné izolace splňují požadavky vyhlášky č. 151/2001 Sb. Vnější obálka objektu splňuje požadavky novely normy ČSN 73 0540-2 (8) z roku 2002 a měrnou energetickou spotřebu dle vyhlášky č. 291/2001 Sb.

2.2.8 BEZBARIÉROVÉ ŘEŠENÍ STAVBY

Objekt není řešen jako bezbariérový

2.2.9 OCHRANA STAVBY PŘED ŠKODLIVÝMI VNĚJŠÍMI VLIVY

V dané lokalitě nevznikají žádné škodlivé vlivy, jejichž vniknutí by nezabránila obálka objektu. Ochranu proti blesku bude zajištěna osazením jímací soustavy, ke které provede projekt zkušený projektant oprávněný vykonávat projekci v oboru elektrotechniky staveb

2.2.10 OCHRANA OBYVATELSTVA

Během výstavby objektu bude použito dočasné oplocení výšky 1500 mm. Opatření k zamezení nadměrného omezování okolních obyvatel vlivem stavebních prací, hlukem, prašností, vibracemi apod. provede dodavatel stavby. Objekt bude řešen jako inteligentní dům, bezpečnost obyvatel, v průběhu užívání, bude zajišťovat důmyslný kamerový systém.

2.2.11 INŽENÝRSKÉ STAVBY (OBJEKTY)

V rámci projektu nebyly detailně řešeny inženýrské stavby

2.2.12 VÝROBNÍ A NEVÝROBNÍ TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ STAVEB

Objekt neobsahuje žádná výrobní a nevýrobní technologická taková zařízení

3. DŮM CHRÁNĚNÝ ZEMÍ

Jak už jsem zmínila, rovinatých pozemků je nedostatek. Pokud již jsou, tak velmi drahé. Domy chráněné zemí jsou ideálním řešením pro velmi svažité pozemky, které jinak k zastavění vhodné nejsou nebo je to při nejmenším velký problém. Jsou to domy, které dokonale splynou s terénem a okolním prostředím. Splňují nároky nejnáročnějších uživatelů. Minimální nároky na údržbu, komfort, klid, soukromí, bezpečí, odolnost vůči přírodním živlům, ekologie. To vše jsou stavby chráněné zemí a přitom nejde o žádné alternativní bydlení.

Slovní spojení „chráněný zemí“ v mnoha lidech vyvolává pocit stísněnosti, tmy, vlhka, myši a dalších nepříjemných věcí spojených s tmavými sklepy. Možná vám to nedá a přijdete se k někomu, kdo v takovém „sklepě“ již bydlí. Ocítnete se v prostoru plném slunce, suchém a teplém, přestože pod obrovskými okny marně hledáte radiátory. A když vám ještě majitelé prozradí, kolik točně utratí za vytápění, propadnete jim. Kde je tedy zakopaný pes? V čem je rozdíl od standardně stavěných novostaveb?



Obrázek 01: Vizualizace

Mnoho lidí si myslí, že zemina má nějaké zázračné termoizolační vlastnosti, ale ve skutečnosti tomu je právě naopak. Zemina je špatný izolátor a vlhká dokonce velmi špatný. Proti čemu vlastně okolní terén chrání? Jednoduše v zimě chrání proti mrazu a v létě proti horku (tzn. proti teplotním extrémům) a to především díky své akumulární schopnosti. V průběhu roku teplota vzduchu kolísá až o 50°C, od -20°C až do 30°C. Zemina už ve velmi malé hloubce zaznamenává jen velmi malé denní výkyvy teplot a v hloubce kolem dvou metrů v podstatě nezaznamenáváme žádnou změnu teploty. Teplota se v našich zeměpisných šířkách pohybuje okolo 12°C a je v podstatě konstantní. Je tedy jasné, že obvodové stěny klasické novostavby ochlazuje vzduch o teplotě až -20°C a u domů chráněných zemí jde o pouhých 12°C, ze strany od zeminy. Tato teplota náš dům prakticky přesouvá do oblasti subtropů, nějakých 1000 km na jih.

Další výhodou je odolnost vůči intenzivním deštům. V případě prudké průtrže mračen je zemina, především na střeše, schopná, díky vsakování, srážky zpomalit. Voda tedy odtéká plynuleji a hlavně postupně, což nám umožní navrhnout menší průměry odtokových žlabů. Velký význam má i minimalizace zátěže na obecní kanalizaci, či vlastní jímky.

Chtěla bych upozornit také na vzduchově izolační schopnosti zeminy. I ve zvukově exponovaných lokalitách je v našem domě absolutní klid. Domy chráněné zemí jsou tedy více než vhodné jako rodinné bydlení u letišť, dálnic a dalších hlučných nejen dopravních provozů. Obyvatelé se tedy doma cítí bezpečněji, klidněji a to nejen díky tichu. Díky nižšímu množství vzduchu v zemině vykazují domy chráněné zemí vysokou požární odolnost. Oheň samozřejmě může zasáhnout interiér, ale nosné stavební konstrukce poškodí jen minimálně. Navíc z pohledu šíření požáru na okolní budovy je riziko minimální.

Jako nezpochybnitelnou přidanou hodnotou domů chráněných zemí je vzhled a to především z pohledu okolního prostředí. Domy chráněné zemí prakticky nemění ráz krajiny. Dle zkušeností autorů [1] se v Jižním Chlumu u Zlína, naprosto volně mezi domy pohybuje lesní zvěř a to dokonale potvrzuje neviditelnost lidského zásahu. Přitom z pohledu z paty svahu je obydlenost sídliště jasně patrná.

A energetická úspora? Ve většině domácností je standardní pohodová teplota 21°C. Je jasné, že v zimním období je jí možné dosáhnout jedinečně vytápěním. Čím je venkovní teplota nižší, tím větší množství energie je nutné vynaložit na vytopení domu na námi určenou teplotu a naopak. Z této úvahy tedy vyplývá, že vzhledem k již zmíněným akumulacím schopnostem zeminy a tedy externí teplotě kolem 12°C je nutné dodat domu jen přibližně 9°C (na rozdíl od „standardní“ novostavby kde je rozdíl teplot asi 41°C). Jak tedy funguje naše zemí chráněné obydlí v létě? Přirozeně bychom se i nadále rádi drželi naší standardní pohodové teploty v interiéru, pokud možno bez nákladů na klimatizaci. Opět srovnáme teplotu vzduchu okolí, což může být až 30°C, a teplotu zeminy, což, jak jsme již řekli, zůstává 12°C. Je tedy jasné, že obvodové, zvenčí zaizolované zdi, se ochlazují přirozeně samy, samozřejmě ne na 12°C, ale díky průchodu slunečního záření skrz okna se vzduch dostatečně ohřeje. Mimořádný chladicí efekt má i zelená střecha. Je to především díky odpařování vodních par z půdy, což umí již několik málo centimetrů.

Má dům chráněný zemí i nějaké nevýhody? Každá stavba má své plusy i mínusy, které je nutné zvážit a eventuálně kterým je nutné se přizpůsobit. U těchto rodinných domů jde především o rozsáhlejší zemní práce, náročné zakládání a celkově náročnější stavbu. Je jasné, že čím větší náročnost, tím větší finanční náklady. Musíme si však uvědomit, že vstupní náklady jsou pouze jedna věc. Náklady na další užívání a provoz jsou věc druhá. Dům nás tedy v konečném výsledku vyjde nákladově, při porovnání se „standardní“ novostavbou, v nejhorším případě vyrovnaně, ovšem je potřeba zdůraznit, že ve většině případů naopak výrazně lépe. Domy chráněné zemí jsou tedy ekonomické i ekologické.

3.1 HYGIENA STAVBY

Zásadní vliv na funkci domů chráněných zemí má stavební parcela. Mezi aspekty kterých bychom si měli všimnout, patří hlavně orientace ke světovým stranám, okolní zastínění

například vegetací nebo jinými stavbami a hydrogeologické poměry v místě stavby. Tyto aspekty jsou u „standardních“ novostaveb automaticky řešeny a nepřikládá se jim žádný zásadní význam. Dům chráněný zemí je samozřejmě možné postavit kdekoliv. Pokud nám jde však o světlou, prosluněnou stavbu nesmíme nic opomenout.

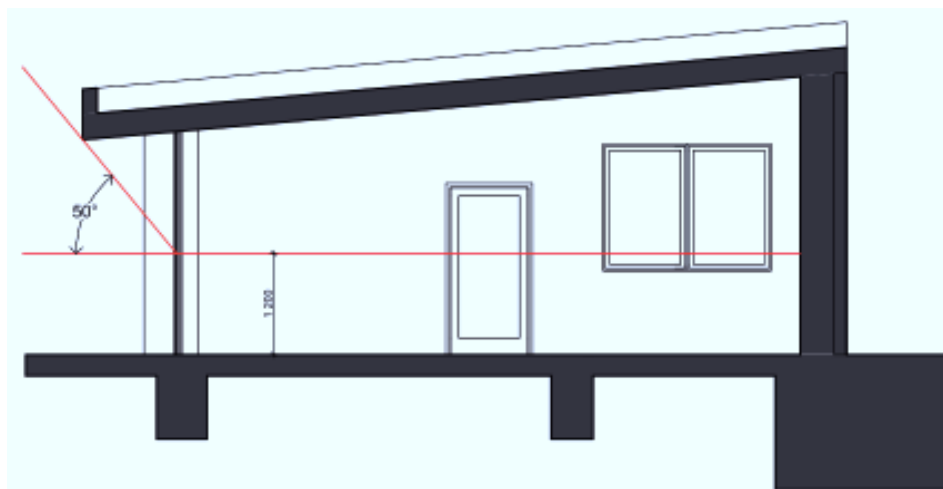
V rámci své bakalářské práce jsem hledala parcelu ideálně orientovanou. Nejvýhodnější je strana jižní až jihovýchodní. Zaměřila jsem se hlavně na okolí svého bydliště, protože tuto lokalitu velmi dobře znám. Zajímaly mě především tři zásadní faktory: Slunce, vítr, pěkný výhled.

Slunce má z hlediska energetického zásadní význam, a to především v pasivně-solárním efektu. Zní to složitě, ale zjednodušeně se jedná o sluneční záření, které prochází okny a změnou své vlnové délky ohřívá vnitřní vzduch. Tento efekt má výrazný vliv jak v létě, tak i v zimě, i když vlivem vytápění není zdaleka tak patrný. Z tohoto důvodu je důležité zjišťovat, jak dalece bude náš dům zastíněn okolím. Z hlediska dostatečného osvětlení a proslunění obytných místností je nutné, aby velikost oken, tedy prosklené části okna (budu počítat 80% celkové plochy a tím maličko zhorším vstupní podmínky), byla aspoň 10% podlahové plochy. Všechny místnosti rodinného domu, který je předmětem mé bakalářské práce, z tohoto hlediska vyhovují požadavkům[3] (viz tabulka 01).

Č.	POPIS MÍSTNOSTI	PODLAHOVÁ PLOCHA (m ²)	PLOCHA OKEN (m ²)	PROCENTUÁLNÍ VYJÁDŘENÍ (%)
101+102	obývací pokoj + kuchyně	54,24	11,172	20,6
109	ložnice	20,31	5,88	29
110	ložnice	17,36	5,88	33,8
111	ložnice	16,77	5,88	35,1

Tabulka 01: Poměr podlahové plochy/plocha oken

Na našem pozemku se žádná vegetace ani stavby, které by náš dům zastiňovaly, nevyskytují. Jediný zdroj zastínění je naše zelená střecha, která zároveň tvoří střechu nad terasou. Bylo by určitě zajímavé zjistit, jak dlouho během dne nám do oken svítí přímé slunce. Postupovala jsem podle [3] a tabulky 15, kde jsem se zaměřila na zjištění úhlu, který svírá rovina rovnoběžná s podlahou ve výšce 1200 mm od podlahy a rovina spojující střed zasklení okna a hranu námi zkoumané překážky.



Obrázek 02: Přímý sluneční svit

V našem případě se tedy jedná o úhel 50° , což znamená, že slunce nám bude 1. března do domu přímo svítit od 7:00 do 17:00 a 21. června od 4:00 do 9:30 a poté od 14:30 do 20:00. Zdálo by se, že pauza přímého světla během poledne není nejlepší řešení, ale uvědomme si, že jde o letní měsíce, kdy přes poledne má slunce největší sílu a to tak velikou, že by se nám stavba přehřívala a bylo by nutné chladit, což je samozřejmě nežádoucí.

Vítr je dalším faktorem, kterého je nutné si všimnout a nepodceňovat při výběru pozemku. Jedná se především o nežádoucí ochlazování fasády hlavně v zimním období. V našich zeměpisných šířkách převažuje severozápadní proudění. Proti tomu je navrhovaná stavba na Žlutavách chráněna svahem, což by takhle mělo být.

Pěkný výhled je pro mnoho lidí určující. Díky prakticky prosklené čelní fasádě není výhled nijak omezen a navíc díky poloze pozemku, tj. v okrajové části obce v blízkosti lesa je vidět kouzelná tuzemská příroda a pohledem do dálky. Za dobré viditelnosti je možné pozorovat ruch sousedního města Otrokovice a dohlédnout až na okrajové části Zlína.

3.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Jak už bylo řečeno výše, Domy chráněné zemí jsou lehce náročnější z pohledu stavebně technického. Podstatný rozdíl je v zatížení obvodových zdí. U „standardních“ novostaveb jsou zatěžovány především vertikálně, kdežto u domů chráněných zemí se velmi výrazně projevují také příčné síly od obklopující zeminy, které navíc nepůsobí na dům úplně rovnoměrně. Zásadní je tedy statický návrh a dokonalé provedení. Zdi vystavené zemnímu tlaku, jsou ze statického hlediska desky jednostranně zatížené příčnými silami, jejichž velikost lineárně roste s hloubkou pod povrchem. Navíc se tyto síly mohou měnit v závislosti na zemině (nasáklá vodou, zmrzlá). Proti těmto silám je nutné vytvořit reakci. Existuje mnoho způsobů jak tuto reakci vytvořit. Já jsem zvolila vytvoření konzolové stěny pomocí převísleho základu.



Obrázek 03: Schéma zatížení

Materiály použité na stavbu musí vykazovat dostatečnou pevnost a hlavně trvanlivost. Hlavním důvodem není ani tak výše popsané zatížení, ale jde především o dodatečné opravy, které jsou mnohem náročnější než u nadzemních domů. Často jsou domy chráněné zemí představovány jako jakési hobití obydlí oblých tvarů. Praxe je ovšem taková, že většina staveb (i mnou navrhovaná) je klasicky pravoúhlých. Na oblé stavby je zařízena jen málokterá stavební firma a hlavně rovné interiéry se lépe vybavují nábytkem a zařízením. Faktem ale zůstává, že klenutá konstrukce přenesle větší zatížení než konstrukce rovná. Jak z ekonomického hlediska, tak z pohledu rychlosti výstavby jsou výhodnější pravoúhlé objekty. Proto u svého projektu od klenby upouštím a přikláním se k vyztuženému betonu.

Při návrhu jsem použila programovou sadu GEO5 [15]. Jedná se o návrh orientační. Je nutné, aby celou konstrukci detailně posoudil zkušený statik a navrhl potřebnou výztuž. Třidu zeminy a její základní parametry jsem získala ze zjednodušené geologické mapy (Příloha V), v měřítku 1:50 000. Počítala jsem tedy se štěrkovitou hlínou. Předpokládám, že mé řešení je lehce předdimenzované.

<u>Parametry zeminy</u>	<u>Značka</u>	<u>Jednotka</u>	<u>Hodnota</u>
Poissonovo číslo	μ	[–]	0,35
Objemová tíha	γ	[kN/m ³]	18,0
Modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	5 - 8
Efektivní parametry :			
Úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	24 - 29
Soudržnost zeminy	c_{ef}	[kPa]	8 - 16
Totální parametry :			
Úhel vnitřního tření	γ_u	[°]	0
Soudržnost zeminy	c_u	[kPa]	60
Výpočtová pevnost :			
Šířka základu < 3,0 m	R_d	[kPa]	175
Koef. strukturní pevnosti	m	[–]	0,2
pro $E_{def} < 4$	m	[–]	0,1

Spočtené síly působící na konstrukci:

Název	F_{vod} [kN/m]	Působíště Z [m]	F_{svis} [kN/m]	Působíště X [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0.00	-1.64	121.92	0.92	1.000	1.000	1.350
Tíh.- zemní klín	0.00	-2.81	54.24	1.20	1.000	1.000	1.350
Aktivní tlak	100.98	-1.86	79.94	1.76	1.350	1.350	1.350
střecha	0.00	-5.50	3.00	0.70	1.000	1.000	1.350

Tabulka 02: Síly působící na konstrukci

Posouzení na překlpení

Moment $M_V = 263.$ kNm
vzdorující zd 19 /m

Moment $M_K = 253.$ kNm
klopící l 44 /m

Zed' na překlpení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

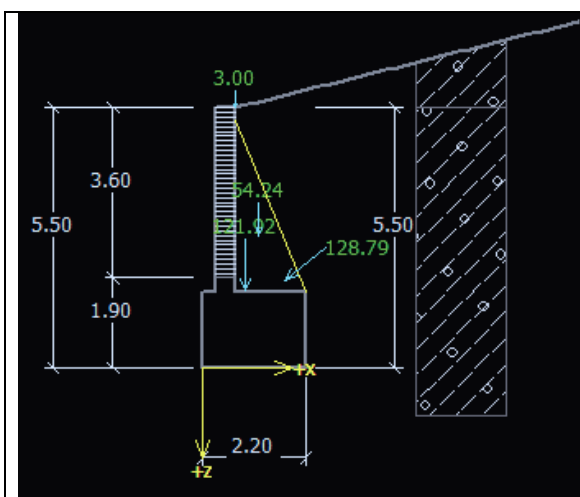
Vodor. síla $H_V = 154.$ kN/
vzdorující zd 32 m

Vodor. síla $H_P = 136.$ kN/
posunující os 32 m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - ZED' VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 344.42kPa



Obrázek 04: Síly působící na konstrukci

Posouzení únosnosti základové půdy:

Posouzení excentricity

Max. excentricita $e = 699. \text{ m}$
 normálové síly 3 m

Maximální dovolená $e_d = 726. \text{ m}$
 excentricita $ov \quad 0 \text{ m}$

Excentricita normálové síly VYHOVUJE

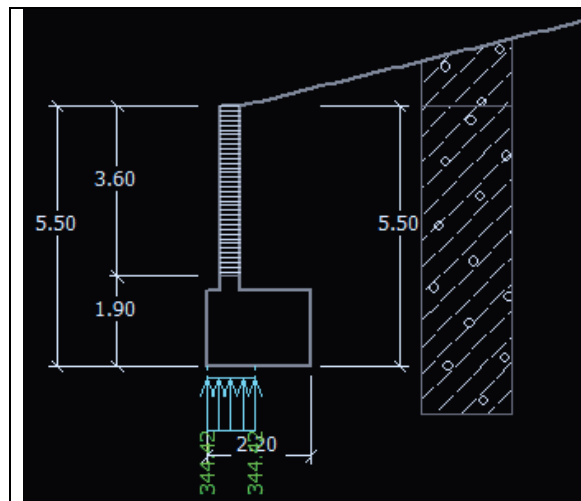
Posouzení únosnosti základové spáry

Max. napětí v $\sigma = 344. \text{ kP}$
 základové spáře 42 a

Únosnost základové $R = 357. \text{ kP}$
 půdy $d \quad 14 \text{ a}$

Únosnost základové půdy VYHOVUJE

Celkové posouzení - únosnost základové půdy VYHOVUJE



Obrázek 05: Posouzení únosnosti základové půdy

Posouzení zdi v pracovní spáře 3.60 m od koruny zdi :

Výztuž na rubu zdi:

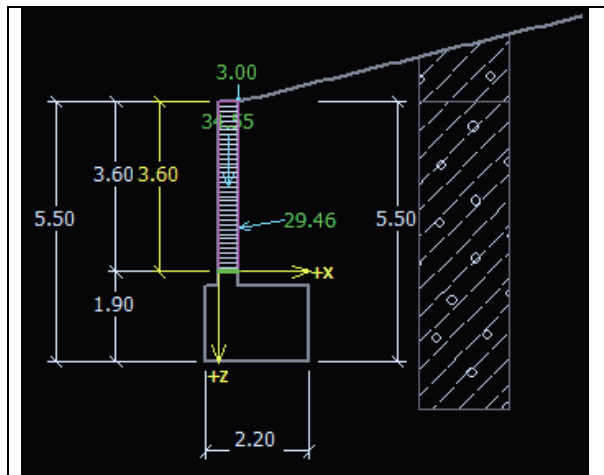
Profil vložky = 20.0 m
m

Vzdálenost = 300. m
vložek 0 m

Kryti vložek = 30.0 m
m

Výztuž na lici zdi nebyla zadána.

Štíhlost zdi: 9.00



Obrázek 06: Posouzení zdi v pracovní spáře

Posouzení na tlak:

Normálová síla na mezi únosnosti $N_{Rd} = 4440.64 \text{ kN/m} > 44.46 \text{ kN/m} = N_{Ed}$

Průřez na tlak VYHOVUJE

Posouzení na ohyb:

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 69.70 \text{ kNm/m} > 34.76 \text{ kNm/m} = M_{Ed}$

Průřez na ohyb VYHOVUJE

Posouzení na smyk:

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 83.20 \text{ kN/m} > 39.17 \text{ kN/m} = V_{Ed}$

Průřez na smyk VYHOVUJE

4. ZELENÁ, VEGETAČNÍ STŘECHA

Domy chráněné zemí jsou charakteristické tím, že jsou z části pod zemí, tedy dvě až tři nosné stěny a střecha jsou překryty zeminou. Některé domy ovšem střechu zakrytou nemají. Jejich investoři tvrdí, že tepelně technický přínos zeminy na střeše není tak podstatný jako přínos zahrnutých svislých konstrukcí. Je pravda, že každý decimetr půdy střechu zásadním způsobem přitíží (samozřejmě nejen střechu). A je také pravda, že pět centimetrů extrudovaného polystyrenu má srovnatelný tepelný odpor jako 30 centimetrů vlhké půdy a přitom neváží skoro nic. Ale dům chráněný zemí bez vegetační střechy? Je vůbec možné jej tak nazývat? Bez zelené střechy ztrácí domy chráněné zemí řadu výhod.

Jak už jsem se zmínila, existují tepelně izolační materiály s daleko lepšími tepelnými odpory než zemina jako taková. Jejím největším přínosem je schopnost eliminovat teplotní výkyvy a tím i negativní vlivy působící na konstrukci střechy. Vegetační střecha, respektive rostliny, chrání povrch substrátu před větrem a tím snižují ochlazování konstrukce až o 50%. Nejvyšší tepelné ztráty pak nastávají ve chvíli, kdy je nejvyšší rozdíl mezi vnitřní a venkovní teplotou, a to zpravidla v zimním období, nebo v letním v ranních hodinách. V létě rostliny kompenzují ztráty tvorbou rosy, díky které se teplota vegetace zvyšuje a v zimě substrát společně s vegetací výborně drží sněhovou pokrývku, která je všeobecně známá jako výborný izolant.

Během letních měsíců v průběhu 24 hodin teplota běžné střechy kolísá v rozmezí 20-65°C, zatímco u ozeleněných střech je to 20-30°C. V zimních měsících je průměrná povrchová teplota běžné střechy -3,6°C, zatímco povrch vegetační střechy se pohybuje kolem -0,8°C. Díky tomu není konstrukce střechy v takové míře namáhána změnou teplot a není nucena se neustále rozpínat a smršťovat, což postupně vede k deformacím, následným poruchám a k netěsnostem. Vegetace chrání konstrukci i proti ultrafialovému záření, infračervenému záření, ozónu i proti mechanickému poškození. Dle [2] se první opravy běžných střech provádí průměrně po 7 letech a průměrná životnost je 25 let. Po uplynutí této doby je nutné střechu obnovit. Naproti tomu životnost vegetační střechy je i více než 100 let. Z toho lze usoudit, že po uplynutí 25 let se běžná plechová střecha stává dvakrát dražší než ozeleněná. Vegetační vrstva tedy zásadně přispívá k životnosti střešní konstrukce.

V deštivých obdobích z běžných střech stéká voda přímo do kanalizace naprosto bez užitku. Zelené střechy jsou schopny část dešťové vody částečně akumulovat a přebytek pomalu pouštět dál. Odtok je oproti normálu snížen o 8-10% (u mnou použité extenzivní střechy až o 30%). A při 15- ti minutovém dešti (jestliže není zemina již nasycena vodou) nemusíme s odtokem vůbec počítat. V době kdy není vegetace plně rozvinuta je zemina pojmout vody o něco méně. Kanalizační síť by se díky snížení zatížení mohla dimenzovat na nižší průtok a snížilo by se i zatížení čističky odpadních vod. V měřítku samotné stavby lze navrhnout menší průměry odvodňovacího potrubí.

Při přívalových deštích a velkých srážkách veškerá voda tekoucí do kanalizace zahltí čističku odpadních vod a ta vodní toky. Ty se pak vylijí ze svých koryt a zaplaví své okolí. Volbou vegetační střechy, která vodu zpomalí, se riziko záplav sníží. Vegetace také srážkovou vodu filtruje a reguluje její teplotu.

Další zásluhou zelené střechy je klid a ticho uvnitř domu. Měkký povrch vegetační vrstvy zvyšuje zvukovou odrazivost a hlukovou pohltivost. Vegetace tlumí především vyšší frekvence zvuku a substrát především nižší. Podle [2] má běžný trávník vyšší zvukově izolační kapacitu, než těžký koberec s plstěným podkladem. Substrát tloušťky 12 cm je schopný pohltit až 40dB.

4.1 EKOLOGIE ZELENÉ VEGETAČNÍ STŘECHY

Zelená střecha harmonicky splývá s okolním prostředím. V rukou schopného zahradníka či zahradního architekta se celý dům může stát magickou zahradou, plnou květin, užitnou zahrádkou nebo relativně chaotickou loukou. Pro spoustu rostlin i živočichů se může stát novým domovem, čehož bychom se standardní střechou těžko dosáhli. Střecha poskytuje prostor k relaxaci. Některé rostliny uvolňují éterické oleje, glykosidy, alkaloidy, fenolové sloučeniny a další látky přispívající k psychické pohodě uživatelů domu.

Na běžné střeše se v hojné míře usazuje prach, který se díky vzdušnému proudění zátky vrací do vzduchu a je opětovně vdechován lidmi. Se zelenou střechou je situace maličko odlišná. Rostliny jsou schopné prachové částice zachytit a to především na listech zeleně. Z tohoto důvodu jsou vhodnější rostliny s lepkavými listy, nebo listy s chloupky. Odtud jsou prachové částice buď smyty dešťovou vodou, nebo se do půdy dostanou s podzimním opadem listů. Navíc vegetace na střeše zpomaluje vzdušné proudění, čímž také snižuje prašnost prostředí.

Spolu s vodou rostliny absorbují polutanty (měď, olovo atd.) a zabraňují tak jejich znovunavrácení do koloběhu. Se zadržováním vody souvisí také její odpar a zvlhčování okolního prostředí, ve kterém se pak na příklad snáze dýchá, lépe soustředí a klesá únava. K možné relaxaci také rostliny přispívají produkcí kyslíku a spotřebě oxidu uhličitého. 25 m² zelené asimilační plochy vyprodukuje za den tolik kyslíku, kolik spotřebuje jeden člověk za stejný čas k dýchání.

Vegetace snižuje teplotní výkyvy ve svém okolí, které jsou příčiny víření vzduchu a s tím související víření prachových částic.

Zelená střecha má samozřejmě i nevýhody. Ozelenění střechy znamená větší jednorázovou pracnost. Často je nutné mnoho materiálu odnést ručně, neboť se nevyplatí využívat složité mechanizace. Vzrostlá vegetace na jednu stranu prostředí čistí, na stranu

druhou ho znečišťuje biologickým odpadem. Biologickým znečištěním je míněno opadané listy a květy, které je nutné odklízet, aby nedošlo k zanesení okapů a okapních svodů.

4.2 ZELENÁ VEGETAČNÍ STŘECHA ŘEŠENA BAKALÁŘSKOU PRACÍ

Ve své práci jsem na střechu zvolila extenzivní zeleň, respektive trávník. Taková střecha bude plnit funkci jak ekologickou, tak estetickou. Jedná se o rostliny vyžadující pouze minimální údržbu. Ta spočívá v každoročním dohnojování malými dávkami hnojiv, závlaze v době extrémního sucha a doplňování substrátu jednou za pět let. Extenzivní zeleň musí dlouhodobě dobře snášet extrémní podmínky v podobě sucha nebo naopak přemokření. Tomu je samozřejmě přizpůsobena jejich skladba. Většina travin má vysoké nároky na světlo, což na střeše není problém, naopak. Problém je se stínem v okolí atiky a světlíků. Ne každé rostlině se ve stínu daří. Na tmavší místa je vhodné umístit například Lipnice smáčkнутá (*Poa compressa*), nebo Kostřava červená (*Festuca rubra*).

Aby se rostlinám na střeše dařilo, je třeba zvolit správný substrát a jeho tloušťku. Nabízelo by se tvrdit, že čím víc substrátu, tím lépe, ale tato teorie je naprosto milná. Volbou větší mocnosti vytvoříme konkurenční prostředí v podobě náletových rostlin a původní méně agresivní porost by byl oslabován a z porostu pozvolna mizel. Příliš tenká vrstva je také nevhodná- hrozí přesychání vlivem nedostatečné akumulace vody. Mnou zvolené rostliny pro svůj život potřebují 100-180 mm zeminy. Optimální pH substrátu pro traviny se pohybuje od 5,5 do 7 a obsah humusu 3-10%. Pro trávniky je tedy vhodný substrát složený z 50% škvárou, ze 40% ornice, z 5% kompostem a z 5% dřevěných pilin. Je žádoucí rostlinám na střeše vytvořit toto prostředí alespoň do začátku, aby se nám rychle uchytily a tím stabilizovaly střechu.

Každá střecha jako i rostlina jsou individuální, Složení je nejnáročnější volbou. Já jsem se nechala inspirovat [2]. Jedná se o travní směs obsahující 30% travin a 70% trvalek, bude tvořit husté druhově bohaté polštáře.

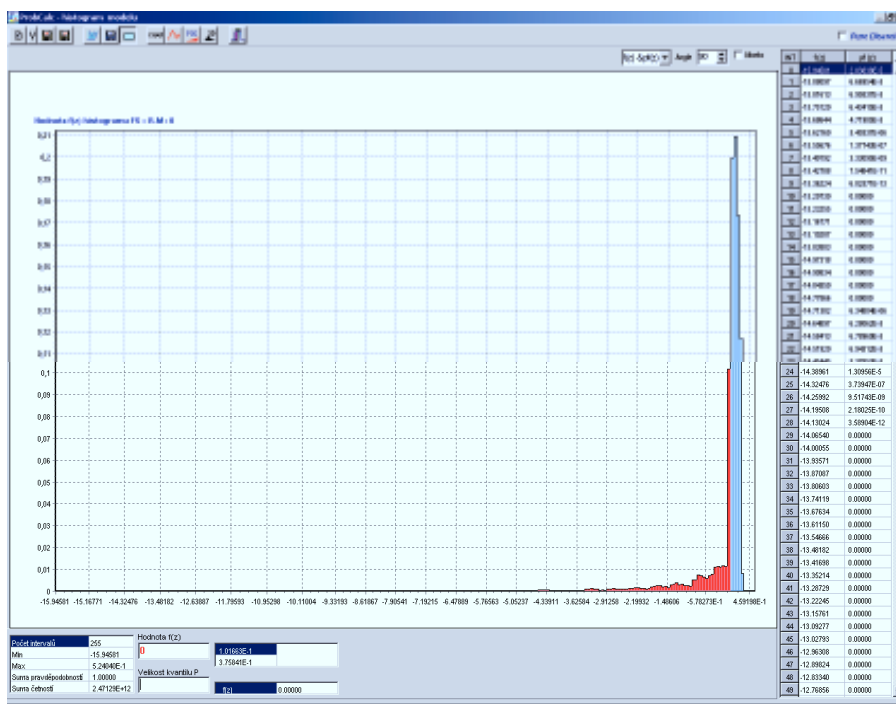
Opticky zajímavá směs ve složení: 2% Řebříček obecný (*Achillea millefolium*), 4% Pažitka pobřežní (*Allium schoenoprasum*), 6% Rmen barvířský (*Anthemis tinctoria*), 2% Tomka vonná (*Anthoxanthum odoratum*), 7% Třeslice prostřední (*Briza media*), 2% Zvonek okrouhlositý (*Campanula rotundifolia*), 6% Hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), 6% Hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), 10% Kostřava červená (*Festuca rubra*), 4% Pitulník horský (*Germanium robertianum*), 3% Jestřábník chlepeček (*Hieracium pilosella*), 4% kopretina (*Leucanthemum vulgare*), 4% Hvozdíček lomikamenovitý (*Petrorhagia saxifraga*), 4% Jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), 2% Lipnice smáčkнутá (*Poa compressa*), 2% Mochna stříbrná (*Potentilla argentea*), 5% Černohlávek velkokvětý (*Prunella grandiflora*), 6% Plyskyřník hlíznatý (*Ranunculus bulbosus*), 5% Krvavec menší

(*Sanguisorba minor*), 10% Pěchava vápnomilná (*Sesleria albicans*), 3% Mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), 3% Mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*). Kolem atiky a světlíků je nutné udělat 500 mm široký drenážní pás z hrubého kačírku, který bude od okolní zeminy oddělen filtrační geotextilií.



Obrázek 07: Optické působení zelené střechy

Jelikož kladu důraz na co nejmenší nenáročnost údržby u tohoto typu střechy, chtěla jsem vědět, s jakou pravděpodobností bude možné jeho zavlažování pouze dešťovými srážkami. Pomocí programu ProbCalc jsem spočítala, že výsledná pravděpodobnost je 38% (viz Obrázek 08). Z tohoto výsledku tedy vyplývá, že 38% dní v roce nebudou rostlinám stačit přímé dešťové srážky. Zemina však dokáže vodu akumulovat a v případě potřeby rostlinám dodávat, proto není nutné navrhovat na střechu automatický zavlažovací systém. Postačí tedy zalévat pouze v 15% dní v roce, v období extrémního sucha.



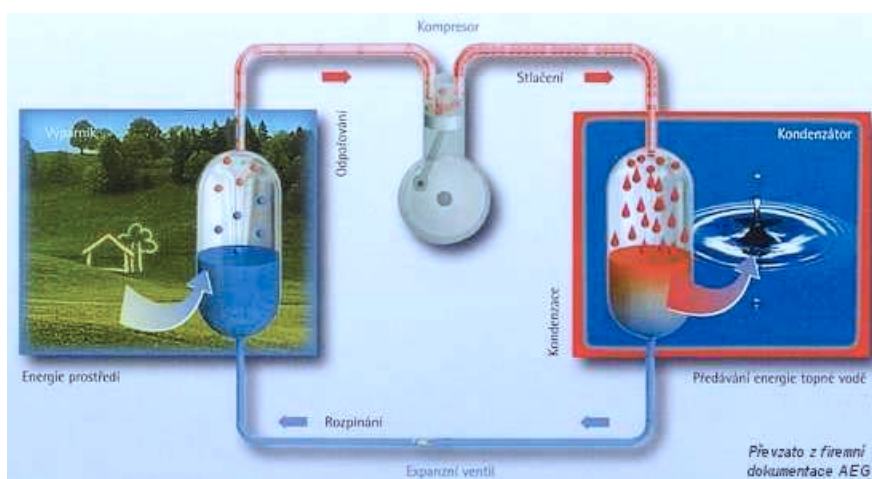
Obrázek 08: Výstup z programu ProbCalc – výpočet pravděpodobnosti dostatečné přirozené závlahy

5. SYSTÉM VYTÁPĚNÍ

5.1 TEORIE TEPELNÝCH ČERPADEL

Tepelná čerpadla jsou alternativním zdrojem energie, nikoli však obnovitelné. Pracují na principu odebrání tepla jinému (nizkopotenciálnímu) zdroji. Takovým zdrojem může být vodní tok, podzemní voda, země, vzduch a další. První zmínky o tepelných čerpadlech vyslovil již v roce 1852 Lord Kelvin ve své druhé větě termodynamické. Její nejdůležitější součástí je tvrzení, že teplo se šíří vždy ve směru od teplejší ke studenější části.

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části okruhu, které jsou vzájemně propojeny trubicovým vedením. Jde o: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Pracuje na principu uzavřeného chladicího okruhu obdobně jako chladnička. Teplo se na jedné straně odebírá a na druhé předává. Samotný děj odebrání tepla lze popsat ve čtyřech krocích. Chladivo kolující v tepelném čerpadle odebírá teplo jinému zdroji nizkopotenciálnímu (země, voda, vzduch) a tím se mění jeho skupenství na plynné- vypařuje se. Plynné chladivo se dostává do kompresoru, kde je stlačeno. Díky fyzikálnímu principu, kdy s vyšším tlakem stoupá teplota, naše nizkopotenciální teplo stoupne až na 80°C. Takto zahřáté chladivo předá své teplo ve výměníku (např. topné vodě) ochladí se a zkondenzuje. Průchodem přes expanzní ventil putuje chladicí látka zpátky k prvnímu výměníku, kde se opět vypaří.



Obrázek 09: Princip funkce tepelného čerpadla

Pro přečerpání chladiva na vyšší energii (pomocí komprese) je třeba čerpadlu dodat určité množství energie. Ve většině případů se jedná o energii elektrickou. Výkon **tepelného čerpadla** je dán součtem energie odebrané z okolního prostředí a elektrické energie dodané pro pohon kompresoru. Rozdíl mezi energií dodanou a získanou udává takzvaný topný faktor:

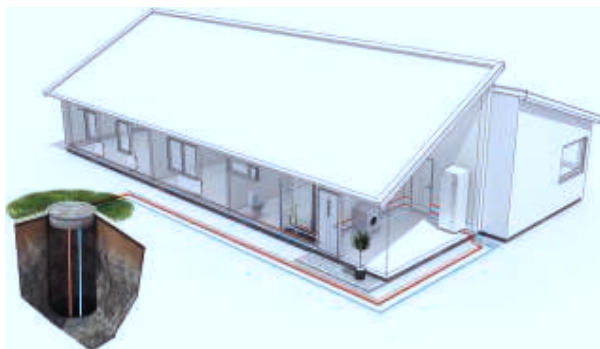
$$COP = Q / E \Rightarrow Q = COP * E \Rightarrow E = Q / COP$$

Tedy množství vyprodukovaného tepla je přímo úměrné topnému faktoru a proto dvojnásobný topný faktor zajistí dvojnásobnou produkci tepla z daného množství hnací energie. Ovšem úspora energie neroste úměrně s topným faktorem. Na trhu jsou většinou tepelná čerpadla s topným faktorem od 3 do 5. Nedá se tedy jednoznačně říct, že úspornější je čerpadlo s topným faktorem 5. Je dobré vědět, při jakých okrajových podmínkách byl topný faktor zjišťován. Číslo nám pouze říká, je-li například topný faktor tepelného čerpadla 3, že za konkrétních, výrobcem určených podmínek dostaneme na každou spotřebovanou 1 kWh elektrické energie 3 kWh energie tepelné. Reálný topný faktor tedy v průběhu otopné sezóny není konstantní, je proměnný, jednak pro menší či větší změny teploty nízkopotenciálního zdroje tepla, jednak pro změny teploty topného média vlivem ekvitermní regulace, ale i z dalších důvodů.

5.1.1 TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ/VODA:

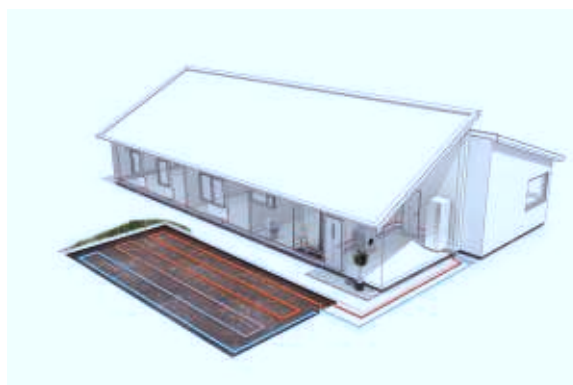
Tato tepelná čerpadla přeměňují energii ze země na teplo, které odevzdávají vodě. Pro získávání tepla ze země do systému se využívá buď geotermálního hlubinného vrtu (vertikální zemní kolektor), nebo rozsáhlých zemních kolektorů. V obou typech kolektoru cirkuluje v uzavřeném systému nemrznoucí směs (směs vody s prostředkem proti zamrznutí), která neohrožuje životní prostředí. Největšími výhodou oproti jiným čerpadlům je relativně stabilní topný faktor (především u vrtů), dlouhá životnost, úspory až 70% nákladů na vytápění a hlavně absolutně tichý chod (díky vnitřnímu provedení hodně důležitý). Oproti tomu největšími nevýhodami jsou investiční náklady (především u vrtů) a zemní páce.

Vrty patří k tomu nejluxusnějšímu a také nejdražšímu při získávání energie ze země. Výhodou je, že nepotřebujeme rozsáhlý pozemek a nezávislost na venkovní teplotě. Teplota v těchto hloubkách kolem 100 m je po celý rok stálá, cca 10°C, čímž je dosahováno vysokého topného faktoru. Zemní výměník umístěný ve vrtu je tvaru dvojitého U. Maximální hloubka vrtu je 100m a na 1 kW výkonu tepelného čerpadla potřebujeme přibližně 15 m vrtu. V případě že by jeden vrt nestačil, je možné čerpat tepelnou energii z více vrtů. Půda nad zemními kolektory nesmí být za žádných okolností neprodyšně zakryta například budovami, asfaltem nebo betonem.



Obrázek 10: Tepelné čerpadlo země/voda – geotermální hlubinný vrt

Zemními kolektory potřebují větší plochu nezastavěného pozemku. Velikost závisí na výkonu tepelného čerpadla a vlastnostech půdy. Čím je větší její vlhkost, tím větší je energetická vydatnost. Výhodou zemního kolektoru oproti vrtu, je to, že většinou není nutné stavební povolení a jsme schopni kolektor provést částečně svépomocí. Plastová trubka se ukládá do hloubky přibližně 1 – 1,2 m (200 mm pod nezámrznou hloubku), minimálně jeden metr od sebe a na 1 kW výkonu tepelného čerpadla potřebujeme přibližně 50 m délky kolektoru. Maximální délka jedné smyčky kolektoru nesmí překročit 400 m. V případě vyžadující několik kolektorů se jednotlivé kolektory zapojí paralelně.



Obrázek 11: Tepelné čerpadlo země/voda – plošný zemní kolektor

5.1.2 VOLBA VHODNÉHO TYPU ČERPADLA

Základním kritériem pro volbu tepelného čerpadla je teplotní ztráta řešeného objektu udávaná v kW. Jedná se o množství tepla, které objekt ztratí při dané návrhové teplotě (pro Ostravu -15°C , pro Zlín -15°C). Výpočet je nutné provést podle platné legislativy [5-8]. Na trhu již existuje software, který se těmito normami řídí, jedná se např. o program Teplo a Ztráty od Doc. Dr. Ing. Zdeňka Svobody z roku 2009. Výkon tepelného čerpadla se navrhuje tak, aby pokryl 60% - 80% ztrát objektu.

Druh zvoleného čerpadla závisí na požadavcích na výkon, druhu zvoleného vytápění a možnostech pozemku a stavby. Tepelná čerpadla země/voda jsou vhodná pro klasické vytápění radiátory, podlahové vytápění, stěnové vytápění, konvektory, nebo jejich kombinaci. Je možné jimi vytápět i bazény, jak vnitřní, tak sezonní venkovní. Mají prakticky vyrovnaný výkon. Možnostmi pozemku s tavby se rozumí, zda je v budově dostatečný prostor pro tepelné čerpadlo jako takové a zdaje na pozemku prostor pro zemní kolektor, nebo se „omezíme“ na geotermální hlubinný vrt.

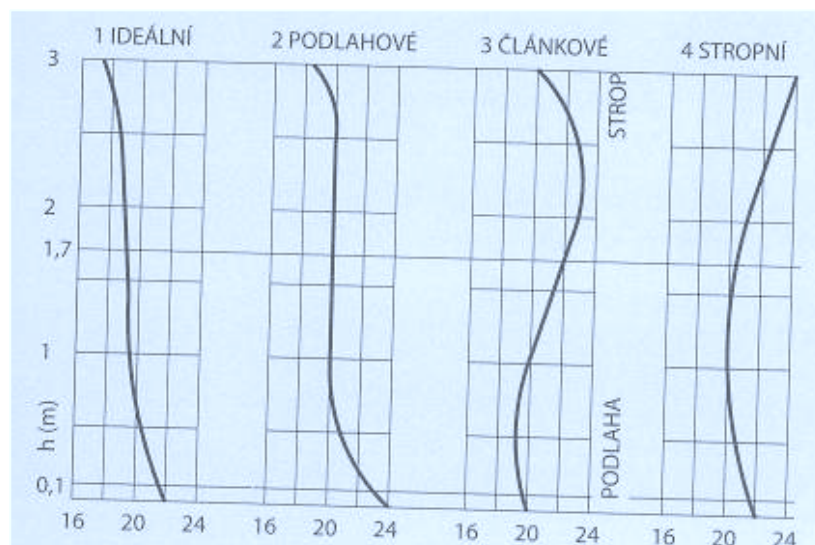
Tepelná čerpadla mají během roku různou spotřebu energie na závislosti na venkovní teplotě a teplotě nízkopotenciálního zdroje tepla. Čerpadlo je samo o sobě schopné pokrýt potřebu tepla celého objektu, ale při nízkých teplotách okolí, je jednoznačně neekonomické. Pro tyto případy se k alternativním zdrojům vytápění přidávají další špičkové zdroje tepla, které jsou vhodnou náhradou i v případě výpadku. Standardně se k čerpadlům přidává

elektrokotel. Jako další bivalentní zdroj lze použít krb, nebo jiné interiérové topidlo. Solární kolektory či jiné alternativní zdroje se nedoporučují. Systém pak pracuje v bivalentním provozu. Jedná se především o mrazivé dny. Ve správně navržené soustavě pracuje elektrokotel maximálně na 10-15%.

5.2 PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Podlahové vytápění je vhodné pro všechny typy staveb s dobrými tepelně technickými vlastnostmi. Průměrná tepelná ztráta by měla být menší jak 20 W/m^3 eventuálně průměrná roční spotřeba tepla nižší než $70 \text{ až } 80 \text{ kWh/m}^2$. Přenos tepla do okolního prostředí se uskutečňuje sáláním. Otopná plocha je téměř celá plocha podlahy čímž napomáhá vytvořit uniformní prostředí jak v ploše tak i do výšky.

Teplotní profil podlahového vytápění se tedy velice blíží ideálnímu teplotnímu profilu (viz obrázek 12), což je jedna z největších předností. Další výhodou sálání v celé ploše místnosti. Minimalizuje se tím cirkulace vzduchu a snižuje se víření prachových částic. Vytápění je tedy vhodné pro alergiky.



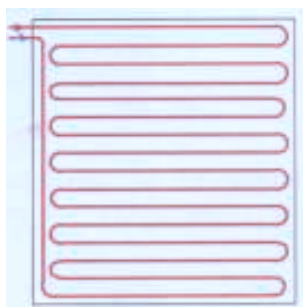
Obrázek 12: Teplotní profily vytápění

Nevýhodou je ale větší tepelná setrvačnost cca 2-3 hodiny. Díky tomu je máličko obtížnější vytápění regulovat. Maximální teploty povrchu podlah jsou dány normou. Pro obytné místnosti nesmí teplota překročit 29°C . Z hygienických a fyziologických hledisek lze teplotu ještě upřesnit. Prostory kdy osoby převážně stojí, by měla být povrchová teplota podlahy $26 - 27^\circ\text{C}$, obytné místnosti a administrativa $28 - 29^\circ\text{C}$, chodby a předsíně 30°C .

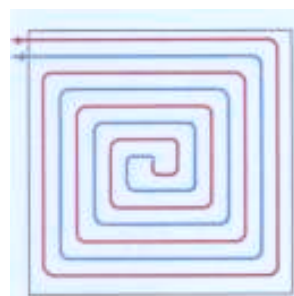
Podlahové vytápění je možné rozdělit podle různých kritérií. Podle způsobu provedení otopné plochy se dělí na provedení suchým způsobem a provedení mokrým způsobem. Základní rozdílem je způsob uložení otopného hada. Dle suchého způsobu se potrubí ukládá

do izolační vrstvy pod betonovou deskou, od které je oddělená hydroizolační fólií. Kovová lamela pod fólií zvyšuje pevnost podlahy a umožňuje rovnoměrný rozvod tepla. U tohoto způsobu provedení se pracuje s vyšší teplotou otopné vody ($35 - 70^{\circ}\text{C}$). Pokud podlahové vytápění provádíme mokrým způsobem, je otopný had zalit přímo v betonové mazanině nad tepelně-zvukovou izolací. Zde se pracuje s teplotami otopné vody do ($35 - 55^{\circ}\text{C}$).

Další hojně používané dělní je podle tvarování otopného hadu. Jedná se buď o tvar meandru, nebo plošné spirály. U obou typů se používá rozteče trubek dle potřeby od 50 mm do 300 mm. Tvar meandru zaručuje rovnoměrné rozložení teplot v celé místnosti. Otopný had se od ochlazované stěny stáčí pod úhlem 180° směrem ke stěně vnitřní. Z tohoto důvodu je nutné použít menší průměry trubek (např. 14×2 mm, nebo 17×2 mm). U tvaru plošné spirály je povrchová teplota podlahy po celé její ploše rovnoměrná. Přívodní potrubí je vedeno nejprve k ochlazované stěně a poté se stáčí směrem ke středu. Stejnou cestou se pak vrací. Vše pod úhlem 90° . Je tedy možné použít silnější potrubí (např. 18×2 mm, nebo 20×2 mm).



Obrázek 13: Tvarování otopné plochy meandr otopné plochy



Obrázek 14: Tvarování plošná spirála

Před samotným pokládáním podlahového vytápění se předpokládá konečné vyhotovení omítek zdí, sousedech s podlahou, osazení zárubní dveří a dokončení rozdělovačů (umístění do rozdělovacích skříní a napojení na zdroj tepla). Je také nutné podlahu zbavit všech nečistot. Po těchto úpravách se po obvodu položí dilatační pásy, případně se podlaha rozdělí na dilatační celky s maximální plochou 40 m^2 .

6. ČÁST TZB- VYTÁPĚNÍ

Rodinný dům se nachází v obci Žlutava, okres Zlín. Nadmořská výška je 298 m. n. m. a venkovní návrhová teplota -15°C . Průměrná délka topného období v ČR je 242 dní. Stavba je navržena pro 4 – 6 osob.

Pro výpočet tepelných ztrát objektu jsem použila programovou sadu od Doc. Dr. Ing. Zdeňka Svobody z roku 2009. Softwarem Teplo 2009 jsem spočítala především součinitel prostupu tepla konstrukce U (viz příloha II), který jsem potřebovala k výpočtu konečných tepelných ztrát objektu pomocí softwaru Ztráty 2009 (viz příloha III). Celková tepelná ztráta budovy činí 8,51 kW a celá budova spadá do klasifikační třídy B, úsporná (viz příloha IV).

K vytápění rodinného domu chráněného zemí jsem zvolila tepelné čerpadlo F1245 od firmy NIBE ENERGY SYSTEMS CZ typu země/voda. NIBE F1245 obsahuje zásobník teplé vody o objemu 180 litrů, elektrokotel instalovaný z výroby má příkon 3×3 kW pro napětí 3×400 V a 3×2 kW pro napětí 230 V a má vysoký topný faktor, který dosahuje hodnoty až 5,03 při vstupní teplotě primárního média 0°C a výstupní teplotě topného média 35°C .

Vzhledem k relativně nízkým tepelným ztrátám, typu zasklení a zdroji tepla jsem zvolila podlahové vytápění v celé budově. Nevýhodou je ale větší tepelná setrvačnost cca 2-3 hodiny. Díky tomu je maličko obtížnější vytápění regulovat.

6.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA – VYTÁPĚNÍ

Projekt řeší vytápění rodinného domu chráněného zemí pro 4 – 6 osob systémem podlahového vytápění. Venkovní návrhová teplota pro danou oblast je -15°C , vnitřní návrhová teplota 21°C .

6.1.1 TEPELNÁ BILANCE OBJEKTU

Všechny konstrukce podle součinitele prostupu tepla konstrukcí dle [6] vyhovují nízkoenergetickému standardu (viz příloha III). Celková tepelná ztráta budovy činí 7,865 kW a celá budova spadá do klasifikační třídy B, úsporná (viz příloha IV). Klasifikační ukazatel CI je 0,5.

KONSTRUKCE	VYPOČÍTANÉ U	POŽADOVANÉ U_N	DOPORUČENÉ U_N
Stěna v kontaktu se zemínou	0,20	0,55	0,37
Stěna v kontaktu se vzduchem	0,14	0,35	0,23
Podlaha	0,20	0,55	0,37
Zelená střecha	0,16	0,26	0,17
Svislé okno	0,78	1,68	1,1
Světlík	1,1	1,68	1,1
Vstupní dveře	0,60	1,68	1,1

Tabulka 03: Součinitele prostupu tepla konstrukcí

6.1.2 VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

6.1.2.1 ZDROJ TEPLA

Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo NIBE F1245 od firmy NIBE ENERGY SYSTEMS CZ typu země/voda o výkonu 6 kW, což pokrývá 70% skutečné tepelné ztráty objektu. Toto tepelné čerpadlo obsahuje zásobník teplé vody o objemu 180 litrů, elektrokotel instalovaný z výroby má příkon 3×3 kW pro napětí 3×400 V a 3×2 kW pro napětí 230 V. NIBE F1245 má konstrukčně kompresor a okruh chladiva umístěn v odděleném modulu, což usnadňuje jejich servis. Kompresor je tedy obklopen dvojitou protihlukovou bariérou, díky které se podařilo dosáhnout velmi nízkých hodnot hlučnosti.

Vzhledem k velikosti pozemku se mi jako nejvhodnější zdroj získávání tepla jeví plošný zemní kolektor. Potrubí bude nataženo v hloubce 1,2m. Pro výkon 6kW se dle [15] doporučuje délka 250 - 400 m (jedna smyčka). Plastová trubka PEM 40 x 2,4 s chladicí kapalinou by měla konstantně stoupat k tepelnému čerpadlu. Tenhle požadavek nejsem vzhledem ke svažitosti terénu schopná dodržet, je proto nutné použít odvzdušňovací armatury.

Čerpadlová jednotka je umístěna v místnosti 103.

6.1.2.2 SYSTÉM VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

Vzhledem k typu rodinného domu a zvoleného zdroje tepla jsem se rozhodla pro podlahové vytápění.

Otopná voda je vedena od tepelného čerpadla měděným potrubím k rozdělovačům. HKV-D od firmy REHAU s.r.o. a dále do otopných hadů podlahového vytápění. Rozdělovače jsou provedeny z kvalitní neodzinkovatelné mosazi s průtokoměry (0-4l/min) a uzavíráním okruhů Quickstop. V budově budou celkem 3. První, HKV- D4 (R1/4) bude umístěn ve skříni v místnosti 103 a bude zásobovat topné okruhy A1 – A4. Další dva rozdělovače HKV – D4 (R2/4) a HKV – D3 (R3/3) budou umístěny ve společné skříni v místnosti 113. HKV – D4 bude zásobovat topné okruhy A8 – A11 a HKV – D3 okruhy A5 – A7.

Skříň rozdělovače dodá taktéž REHAU s.r.o. Jedná se o skříň pro rozdělovače typ AP z pozinkovaného ocelového plechu v provedení na omítku, v bílé barvě.

Podlahové teplovodní vytápění s teplotním spádem 45/35°C pracuje s nuceným oběhem topné vody. Použila jsme systém VARIONOVA od firmy REHAU s.r.o. Jedná se o systém s mokřím provedením. Systémová deska Varionova je multifunkční deska s tepelnou a kročejovou izolací dle DIN 4108-10. Důmyslný tvar nopků mnohonásobné a bezpečné upevnění trubky i v oblasti ohybu. Otopný had bude natažen do meandru. V koupelnách s roztečí 150 mm, v ostatních místnostech 300 mm.

6.1.3 POTRUBÍ A ARMATURY

Potrubí: měděné trubky lisované, bezešvé, jednotlivé dimenze viz příloha xy. Otopný had trubky RAUTHERM, jednotlivé dimenze viz příloha xy

Armatury: kulové, vypouštěcí a napouštěcí kohouty, redukce, filtry, odvzdušňovací ventily, rozvaděče HKV-D4, rozvaděč HKV-D3.

Uložení potrubí: Otopný had bude uchycen ve necílní desce Varionova.

7. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Že jsou domy chráněné zemí ekologické jsme si už dokázali, ale jsou opravdu i ekonomicky výhodné? Zhodnocení je možné provést dvojím způsobem.

1) POROVNÁNÍ S KONSTRUKČNĚ ODLIŠNOU STAVBOU

Nosnou konstrukci rodinného domu, který je předmětem projektu, tvoří železobeton. Srovnám jej s typologicky totožnou stavbou, navrženou na totožné parcele. Systém vytápění také bude stejný. Zásadní rozdíl je v umístění na parcele (dům není chráněný zemí) a v nosné konstrukci.

Konstrukce srovnávacího standardního rodinného domu jsou navrženy podle příkladu ČSN EN ISO 13788. Jedná se o konstrukce plně vyhovující [6].

Skladba konstrukce nosných stěn ($U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$):

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Obklad	0,010	0,200	10,0
2	Tepelná izolace	0,080	0,032	2,0
3	Zdivo	0,130	0,2167	22,0
4	Tepelná izolace	0,080	0,032	2,0
5	Obklad	0,010	1,000	100,0

Skladba konstrukce střechy ($U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$):

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Obklad	0,012	0,160	10,0
2	Parozábrana	0,001	0,100	1000000,0
3	Tepelná izolace	0,150	0,0333	150,0
4	Hydroizolace	0,010	0,200	500000,0

Konstrukce podlah, příček a výplní otvorů jsou totožné s mnou navrženým domem. Cena stavby tedy činí 4 950 000 Kč a celková tepelná ztráta je 10,405 kW. Porovnání viz následující tabulky.

RODINNÝ DŮM	POŘIZOVACÍ CENA	TEPELNÁ ZTRÁTA (W)	TOPNÝ FAKTOR TČ	POTŘEBNÁ HNACÍ ENERGIE (W)	CENA ZA kW (Kč)	CENA VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ (Kč)
chráněný zemí	5200000	7865	3	2621,67	6	15730
standardní	4950000	10405		3468,33		41620

Tabulka 04: Ekonomická bilance

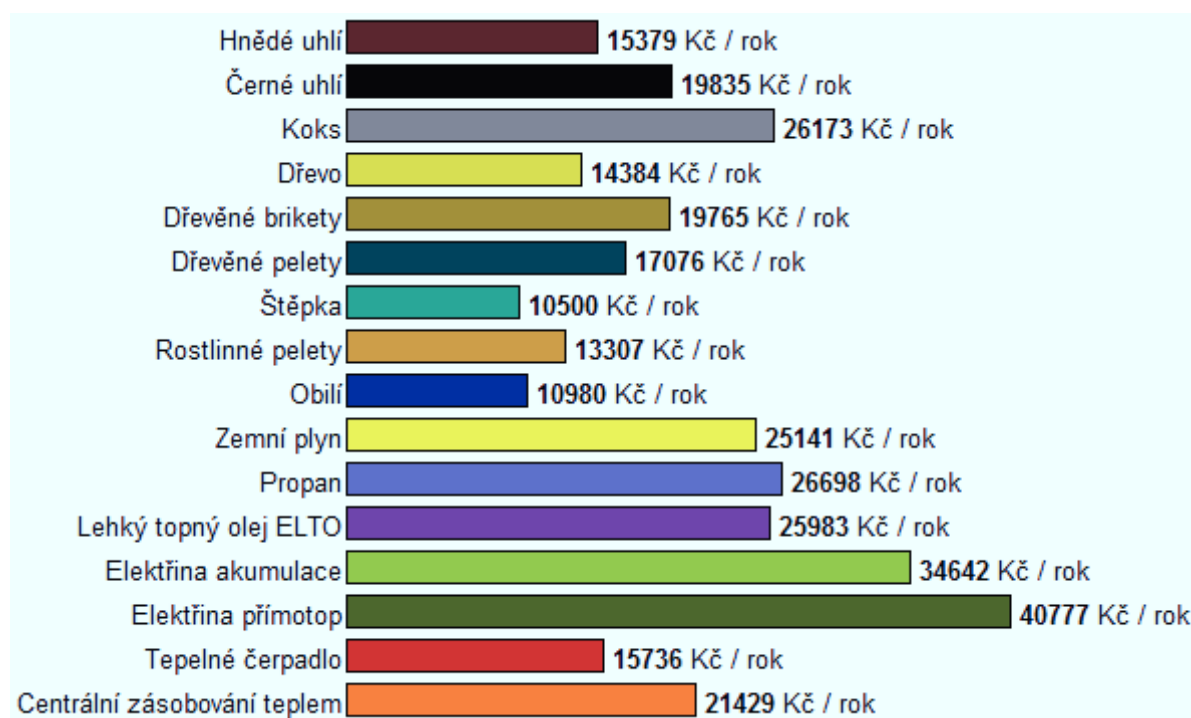
LET	1	5	9.6	10	20
RD chráněný zemí	5215730	5278650	5351008	5357300	5514600
RD standatdní	4991620	5158100	5349552	5366200	5782400

Tabulka 05: Návratnost investice

Počítala jsem s co nejhůře možnými hodnotami. Výsledkem je zjištění, že ačkoliv dům chráněný zemí má vyšší pořizovací náklady, návratnost investice, díky úspoře na vytápění a chlazení, je do deseti let.

2) POROVNÁNÍ RŮZNÝCH TYPŮ VYTÁPĚNÍ

Jako zdroje dat jsem využila [16] a dospěla k následujícímu:



Graf 01: Náklady na vytápění

Je patrné, že tepelné čerpadlo není nejvýhodnějším zdrojem tepla. Nejvýhodněji se jeví vytápění štěpkou, obilím, nebo dřevem. Na tyto materiály však musí být v domě, nebo na pozemku vyhrazené speciální prostory. Tepelné čerpadlo tedy v poměru nárok na prostor/ cena za rok suverénně vítězí.

8. ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována podle platných zákonů, vyhlášek a norem. Rozsah dokumentace odpovídá stupni dokumentace k realizaci stavby.

Stavbu jsem navrhla tak, aby splňovala nároky i nejnáročnějších uživatelů. Snažila jsem se skloubit komfort bydlení, nenáročnou údržbu, ekologii a nízké finanční náklady. Tyto zdánlivě neslučitelné faktory dokáže sdružit jedinečně dům chráněný zemí. Prvotní investice jsou sice vyšší, ale již v prvních letech užívání stavby budou nevýhody plně kompenzovány. Dle mého názoru a z obecného stavebního hlediska lze domy chráněné zemí ve většině případů vřele doporučit.

POUŽITÁ LITERATURA

TIŠTĚNÉ PUBLIKACE

- [1] Luděk Frkal: Domy chráněné zemí, Computer Press, a.s., Brno 2009, vydání druhé
- [2] Barbora Čermáková, Radka Mužíková: Ozeleněné střechy, Grada Publishing, a.s., Praha 2009
- [3] Jiří Vaverka, Peter Rybár, František Šesták, Marie Juklová, Jozef Hraška: Denní osvětlení a oslunění budov, Vydavatelství ERA
- [4] Jakub vrána a kolektiv: TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV V PRAXI, Grada Publishing, a.s., Praha 2007

TECHNICKÉ NORMY A VYHLÁŠKY

- [5] ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov. Část 1: Terminologie
- [6] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- [7] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [8] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- [9] ČSN EN 1264-1 Podlahové vytápění - Soustavy a komponenty - Část 1: Definice a značky
- [10] ČSN EN 1264-2 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 2: Podlahové vytápění: Průkazné postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami
- [11] ČSN EN 1264-3 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 3: Dimenzování
- [12] ČSN EN 1264-4 Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy - Část 4: Instalace
- [13] ČSN 01 6420 – Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části 2004
- [14] ČSN 01 3420 - Výkresy pozemních staveb

INTERNETOVÉ ZDROJE

[15] www.fine.cz

[16] www-tzb-info.cz

[17] www.nibe.cz

[18] www.google.com

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 01: Vizualizace

Obrázek 02: Přímí sluneční svit

Obrázek 03: Schéma zatížení

Obrázek 04: Síly působící na konstrukci

Obrázek 05: Posouzení únosnosti základové půdy

Obrázek 06: Posouzení zdi v pracovní spáře

Obrázek 07: Optické působení zelené střechy

Obrázek 08: Výstup z programu ProbCalc – výpočet pravděpodobnosti dostatečné přirozené zálahy

Obrázek 09: Princip funkce tepelného čerpadla

Obrázek 10: Tepelné čerpadlo země/voda – geotermální hlubinný vrt

Obrázek 11: Tepelné čerpadlo země/voda – plošný zemní kolektor

Obrázek 12: Teplotní profily vytápění

Obrázek 13: Tvarování otopné plochy meandr

Obrázek 14: Tvarování otopné plochy plošná spirála

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 01: Poměr podlahové plochy/plocha oken

Tabulka 02: Síly působící na konstrukci

Tabulka 03: Součinitele prostupu tepla konstrukcí

Graf 01: Náklady na vytápění

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: VÝPOČET SCHODIŠTĚ

Příloha II: VÝSTUP Z PROGRAMOVÉ SADY SVOBODA- TEPLO

Příloha III: VÝSTUP Z PROGRAMOVÉ SADY SVOBODA- ZTRÁTY

Příloha IV: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK

Příloha V: ZJEDNODUŠENÝ GEOLOGICKÁ MAPA 1:50 000

Příloha VI: VÝSTUP PROGRAMU RAUCAD

Příloha VII: VÝPOČET Cu POTRUBÍ

Příloha VIII: VÝPOČET TLAKOVÉ EXPANZNÍ NÁDOBY

Příloha IX: VIZUALIZACE

SEZNAM VÝKRESŮ

01	1:250	SITUACE
02	1:50	1NP PŮDORYS
03	1:50	ZÁKLADY
04	1:50	PŮDORYS STŘECHY
05	1:50	ŘEZ
06	1:50	POHLEDY
07		VÝPIS OKEN A DVEŘÍ
08	1:50	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ – PŮDORYS
09	1:50	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ – ŘEZ
10	1:50	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ - IZOMETRIE